

## سنتز و تعیین ساختار بلوری پلیمر کئوردیناسیونی جدید یک بعدی مس (II) حاوی لیگاند باز شیف سه دندانده ای ( $N_2O$ ) و لیگاند پل استات و بررسی فعالیت ضد

### باکتریایی لیگاند و پلیمر

ملیحه خرمکی<sup>۱</sup>، غلامحسین گریوانی<sup>۱\*</sup>، مهدی خورشیدی<sup>۲</sup>

<sup>۱</sup>دانشکده شیمی، دانشگاه دامغان، دامغان، ایران

<sup>۲</sup>دانشکده زیست شناسی، دانشگاه دامغان، دامغان، ایران

تاریخ پذیرش: ۹۹/۰۵/۱۰

تاریخ تصحیح: ۹۹/۰۵/۰۷

تاریخ دریافت: ۹۸/۱۲/۰۸

#### چکیده

در این پژوهش، لیگاند بازشیف سه دندانده ای از نوع  $N_2O$  تهیه شد و سپس پلیمر کئوردیناسیونی یک بعدی مس (II) آن سنتز گردید. لیگاند و پلیمر کئوردیناسیونی توسط روشهای تجزیه ای و طیف سنجی مورد شناسایی قرار گرفتند. ساختار بلوری پلیمر کئوردیناسیونی با استفاده از پراش اشعه ایکس تک بلور تعیین شد و نشان داد که یون مس (II) توسط لیگاندهای باز شیف و استات احاطه شده و هندسه هشت وجهی انحراف یافته را بوجود آورده است بطوری که در آن دو اتم نیتروژن (یک اتم نیتروژن آمینی و یک اتم نیتروژن ایمینی) و یک اتم اکسیژن فنولی از لیگاند باز شیف سه دندانده ای و دو اتم اکسیژن از لیگاند آنیونی استات به مرکز مس (II) متصل شده اند. یکی از اکسیژن های استات همزمان به دو مرکز فلزی مس متصل شده و باعث بوجود آمدن پلیمر کئوردیناسیونی خطی شده است. فعالیت ضد باکتریایی لیگاند و پلیمر کئوردیناسیونی در برابر باکتری های کلبسیلا پنومونیه (*Klebsiella pneumoniae*) و سالمونلا اینتریکا (*Salmonella enterica*) مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که لیگاند باز شیف فعالیت بیشتری را در مقایسه با پلیمر کئوردیناسیونی مربوطه در برابر این باکتریها داراست بطوریکه قطر هاله رشد در مقابل این باکتریها برای لیگاند به ترتیب ۱۵ و ۲۲ میلیمتر و برای کمپلکس  $1/3$  و  $1/4$  میلیمتر بدست آمد.

کلمات کلیدی: بازشیف، لیگاند سه دندانده، پلیمر کئوردیناسیون، مس (II)، آنتی باکتری.

#### ۱-مقدمه

ترکیبهای آزومتین که بیشتر به عنوان باز شیف معروف هستند بدلیل سهولت تهیه شان، نقش مهمی را در توسعه و پیشرفت شیمی کئوردیناسیون عناصر فلزی بویژه یونهای عناصر واسطه ایفا نموده اند [۱-۵]. آنها بخوبی به یونهای عناصر واسطه، لاتانیدها، اکتینیدها و حتی یونهای فلزی عناصر اصلی متصل می شوند و کمپلکسهایی با خواص منحصر به فردی را بوجود می آورند که قابلیت کاربرد در زمینه های بسیار مختلف از جمله زمینه های بیولوژیکی، نوری، مغناطیسی، کاتالیزوری، حسگرها و... را دارند [۱۶-۶]. از طرف دیگر طی دو دهه گذشته شیمی پلیمرهای کئوردیناسیونی بدلیل خواص بسیار جالب آنها از قبیل خواص کاتالیزوری، بیولوژیکی، دارورسانی، نوری، مغناطیسی، ذخیره سازی گاز، جداسازی، لومینسانس و غیره بطور فوق العاده ای مورد توجه قرار گرفته است [۱۴-۲۱].

در این تحقیق سنتز پلیمر کئوردیناسیونی مس (II) حاوی لیگاند باز شیف سه دندانہ ای [۲- (۲- (دی متیل آمینو) اتیل ایمینو) متیل]-۴-نیتروفنول]، (HL)، مورد بررسی قرار می گیرد و سپس فعالیت ضد-باکتری لیگاند و پلیمر کئوردیناسیونی مورد مطالعه قرار می گیرد.

## ۲- بخش تجربی

### ۲-۱- مواد شیمیایی و دستگاه های مورد استفاده

برای تهیه لیگاند (HL) از ترکیبات ۳- نیتروسالیسیل آلدهید و N'-N دی متیل اتیلن دی آمین استفاده شد و برای تهیه کمپلکس پلیمری از نمک استات مس (II) سه آبه و لیگاند (HL) تهیه شده، استفاده شد. تمامی ترکیبات و حلال های بکاررفته از شرکت مرک تهیه شدند. حلال های مورد استفاده در مراحل مختلف کار عبارتند از: متانول، دی کلرومتان، کلروفرم، اتر، استون، آب مقطر.

طیف های مادون قرمز با دستگاه FT-IR پرکین المر مدل RXI در ناحیه ۴۰۰cm-1 تا ۴۰۰۰cm-1 ثبت شدند. قرص هر نمونه توسط مقدار کافی از نمونه به همراه پتاسیم برمید KBr با فشار ۱۰ تن توسط دستگاه پرس تهیه شد. طیف <sup>1</sup>H-NMR لیگاند توسط دستگاه طیف بینی NMR مدل Bruker 400 MHz و در حلال CDCl<sub>3</sub> ثبت شد. آنالیز عنصری توسط دستگاه Elementar Vario EL III انجام گرفت. برای اندازه گیری نقطه ذوب ترکیبات سنتز شده، از دستگاه نقطه ذوب مدل STO-IPDS 2T Barnstead Electrothermal ۹۱۰۰ استفاده شد. تعیین ساختار بلوری، توسط دستگاه SCXRD مدل STO-IPDS 2T انجام گرفت.

### ۲-۲- تهیه لیگاند باز شیف [۲- (۲- (دی متیل آمینو) اتیل ایمینو) متیل]-۴-نیتروفنول]، (HL)

در یک بالن ۱۰۰ میلی لیتری به محلولی از ۸/۹۷ میلی مول (۱/۵ گرم) از ۳- نیتروسالیسیل آلدهید (۳- نیترو-۲-هیدروکسی بنز آلدهید) در ۶۰ میلی لیتر متانول مقدار ۸/۹۷ میلی مول (۰/۷۹ گرم) N,N- دی متیل اتیلن دی آمین اضافه شد و محتویات بالن در دمای ۸۰ درجه سانتی گراد به مدت سه ساعت تحت تقطیر برگشتی قرار گرفت. بعد از این مدت پس از تبخیر حلال، رسوب حاصل جمع آوری، با اتر شستشو و در مجاورت هوا خشک گردید. لیگاند (HL) با فرمول ملکولی (C<sub>11</sub>H<sub>15</sub>N<sub>3</sub>O<sub>3</sub>) با وزن ۲۳۷/۹ گرم بر مول به صورت جامد زرد رنگ به دست آمد. بلور های مناسب لیگاند باز شیف (HL) به روش تبخیر آرام در حلال متانول تهیه شد. نقطه ذوب این لیگاند ۱۱۳-۱۱۰ درجه سانتی گراد به دست آمد. نتایج آنالیز عنصری مقادیر عناصر C، H و N را به ترتیب ۵۵/۳۲، ۵/۹۸، ۱۸/۰۳ نشان داد که مقادیر محاسبه شده عبارتند از: ۵۵/۶۲، ۶/۳۲، ۱۷/۷۲.

۲-۳- سنتز کمپلکس باز شیف مس  $[CuL(OAc)]_n$ 

در یک بالن ۱۰۰ میلی لیتری، مقدار ۴/۲ میلی مول (۱ گرم) از لیگاند HL و ۴/۲ میلی مول (۰/۸ گرم) از استات مس (II) سه آبه را در ۵۰ میلی لیتر متانول حل کرده و محلول حاصل به مدت دو ساعت تحت تقطیر برگشتی قرار گرفت. پس از تبخیر حلال، رسوبات سبز تیره حاصل جمع آوری گردید و با اثر شستشو داده شد و در مجاورت هوا خشک گردید. بلورهای کمپلکس حاصل در محلول متانول به روش تبخیر آرام به دست آمد. بنابراین کمپلکس مس  $[CuL(OAc)]_n$  با فرمول ملکولی  $(CuC_{13}H_{17}N_3O_5)$  و وزن ملکولی ۳۵۸/۵ گرم بر مول و نقطه ذوب ۲۵۴ درجه سانتی گراد تهیه شد. نتایج آنالیز عنصری مقادیر عناصر C, H و N را به ترتیب ۴۳/۳۲، ۴/۶۹، ۱۱/۵۵ را نشان داد که مقادیر محاسبه شده عبارتند از: ۴۳/۵۱، ۴/۷۴، ۱۱/۷۱.

## ۲-۴- روش بررسی فعالیت ضد باکتریایی

برای بررسی میزان هاله عدم رشد لیگاند HL و  $[CuL(OAc)]_n$  بر روی باکتریهای کلبسیلا پنومونیه (*Klebsiella pneumoniae*) ( *Salmonella enterica* ) ، به این ترتیب عمل گردید که ابتدا از باکتریها کشت خطی در محیط کشت مولر هینتون آگار تهیه گردید و جهت رشد باکتریها، در انکوباتور ۳۷ درجه سانتیگراد به مدت ۲۴ ساعت قرار داده شد (برای اینکه باکتریهای فعال مناسب برای آزمایش فراهم شود). سپس از کلنی های آنها سوسپانسیون معادل نیم مک فارلند در سرم فیزیولوژیک استریل آماده گردید. با نمونه برداری از آنها توسط سوآپ استریل بر روی پلیت حاوی مولر هینتون آگار کشت چمنی باکتریها انجام گردید. پس از آن دیسکهای کاغذی ۶ میلیمتری استریل بروی محیط کشت قرار گرفت و مقدار ۲۰ میکرولیتر از محلول ۱۰۰ میلی گرم بر میلی لیتر از هریک از ترکیبات لیگاند HL و  $[CuL(OAc)]_n$  به آنها اضافه گردید. در پایان، ۲۴ ساعت در انکوباتور ۳۷ درجه سانتیگراد قرار داده شد و پس از آن هاله عدم رشد اطراف دیسکها اندازه گیری گردید. برای تمامی نمونه ها دیسک حاوی ۲۰ میکرولیتر DMSO به عنوان کنترل مورد استفاده قرار گرفت. تمامی نمونه ها با سه بار تکرار انجام شد و داده ها جمع آوری و به کمک نرم افزار SPSS مورد آنالیز قرار گرفت. پس از انجام آزمایشات، داده های نتایج، استخراج گردید و سپس برای تعیین اختلاف میانگین داده ها، از آزمون دانکن در سطح اطمینان ۹۵٪ استفاده شد.

## ۳-۳- بحث و نتیجه گیری

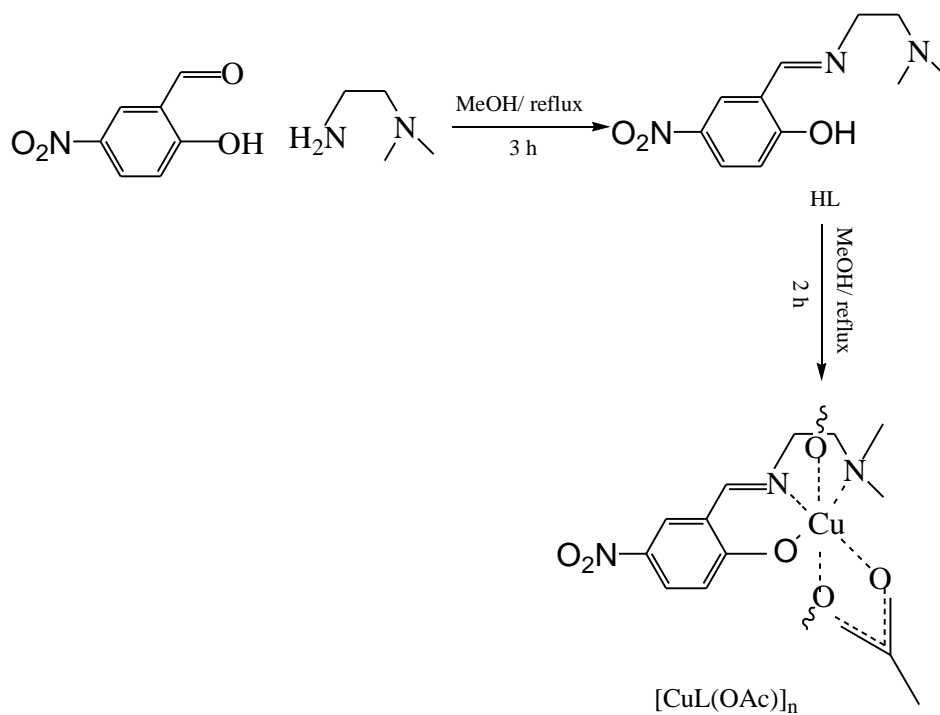
## ۳-۱- روش سنتز، آنالیزها و طیف سنجی

از واکنش ۳- نیترو-۲-هیدروکسی بنزالدهید و N'-N دی متیل اتیلن دی آمین در حلال متانول، لیگاند باز شیف سه دندانه ای HL تهیه شد. سپس از واکنش لیگاند HL با نمک استات مس (II) در حلال متانول، پلیمر کئوردیناسیونی  $[CuL(OAc)]_n$  سنتز شد (شما ی ۱). لیگاند باز شیف و پلیمر کئوردیناسیونی با روشهای آنالیز عنصری، طیف سنجی مادون

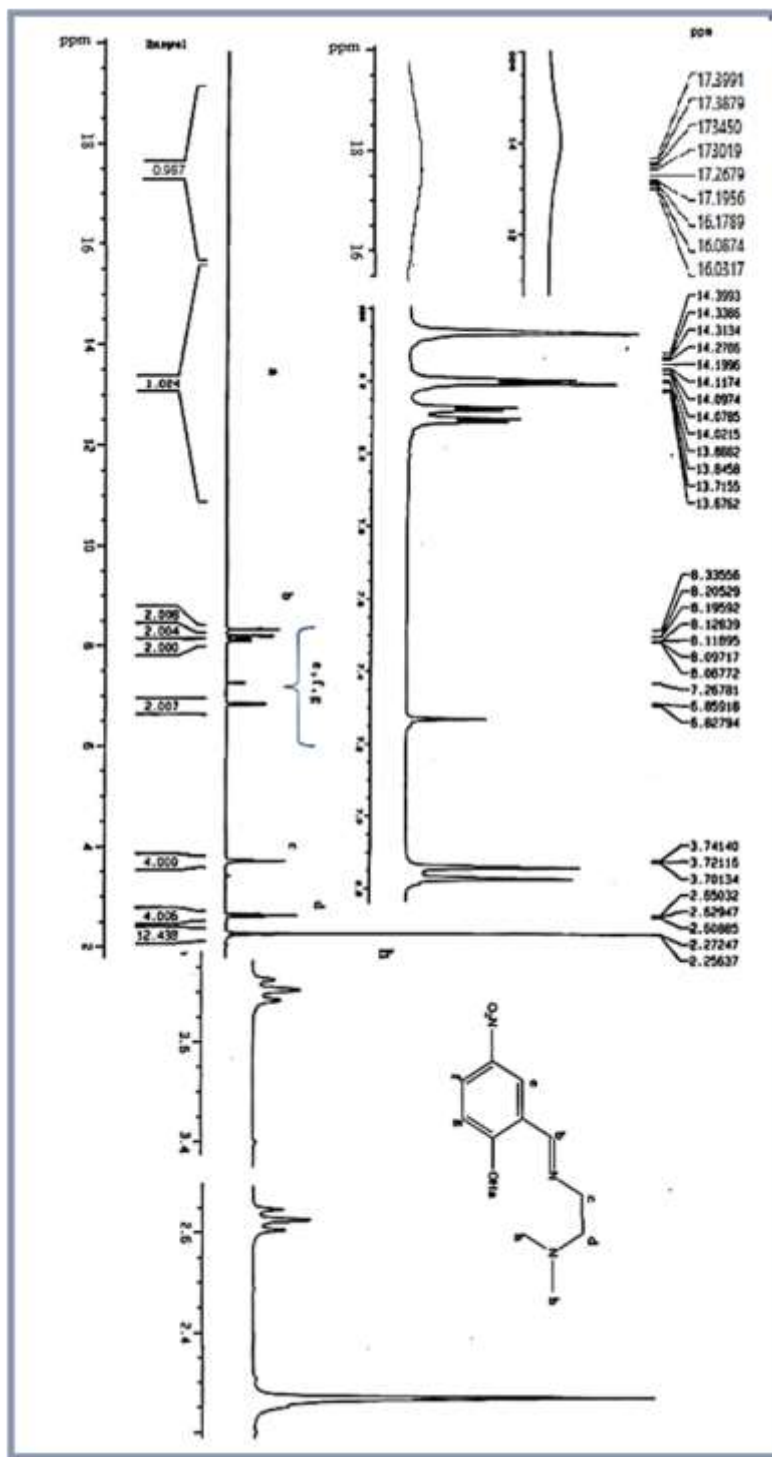
قرمز، طیف سنجی روزنانس مغناطیسی هسته هیدروژن (برای لیگاند) و آنالیز تک بلور پرتو- X (پلیمر کئوردیناسیونی) مورد شناسایی قرار گرفتند.

نتایج آنالیز عنصری لیگاند HL و پلیمر  $[\text{CuL}(\text{OAc})]_n$  با مقادیر محاسبه شده مطابقت خوبی را نشان می دهند که ترکیب شیمیایی پیشنهادی آنها را بخوبی تایید می کند. در طیف FT-IR مربوط به لیگاند باز شیف (HL) پیک در  $1624 \text{ cm}^{-1}$  مشاهده می شود که به فرکانس کششی گروه  $\text{C}=\text{N}$  تعلق دارد و پیک های ناحیه  $1467-1605 \text{ cm}^{-1}$  به فرکانس کششی  $\text{C}=\text{C}$  حلقه آروماتیک نسبت داده می شوند [22]. در این طیف، پیکهای مربوط به ارتعاشات کششی نامتقارن و متقارن پیوند  $\text{N}=\text{O}$  گروه نیترو به ترتیب در  $1540 \text{ cm}^{-1}$  و  $1336 \text{ cm}^{-1}$  مشاهده می شوند. مقایسه ی طیف FT-IR پلیمر  $[\text{CuL}(\text{OAc})]_n$  با طیف لیگاند HL نشان می دهد که پیک مربوط به فرکانس کششی گروه  $\text{C}=\text{N}$  لیگاند در طیف پلیمر در عدد موجی پائین تری نسبت به لیگاند آزاد و در ناحیه ی  $1611 \text{ cm}^{-1}$  ظاهر می شود. این جابه جایی محل جذب نشان دهنده کوئوردینه شدن لیگاند از طریق اتم نیتروژن گروه  $\text{C}=\text{N}$  به اتم فلز مرکزی و تشکیل کمپلکس  $[\text{CuL}(\text{OAc})]_n$  است [22]. اتصال گروه استات به صورت یک پل دودندانه از طریق دو نوع فرکانس کششی متقارن و نامتقارن شناسایی می شود، که فرکانس کششی متقارن آن در  $1577 \text{ cm}^{-1}$ ، و فرکانس کششی نامتقارن آن در  $1602 \text{ cm}^{-1}$  مشاهده می شوند [22].

لیگاند HL توسط طیف سنجی روزنانس مغناطیسی هسته هیدروژن مورد شناسایی دقیقتر قرار گرفت (شکل ۱). انواع پروتون های موجود در ترکیب لیگاند باز شیف (HL) در شکل ۱ نشان داده شده است. این لیگاند دارای ۸ نوع پروتون با نسبت های  $1:1:1:1:1:2:6$  است که به ترتیب با پروتون های a:g:f:e:b:c:d:h نشان داده شده اند. در طیف  $^1\text{H-NMR}$  لیگاند یک پیک یکتایی در ناحیه ی  $2/27 \text{ ppm}$  مشاهده می شود که به هیدروژن های هم ارز گروه های متیل (h) و دو پیک سه تایی در نواحی  $2/62 \text{ ppm}$  و  $3/72 \text{ ppm}$  مشاهده می شود که به هیدروژن های متیلن (d و c) مربوط است. پیک های ناحیه ی  $6/82 \text{ ppm}$  تا  $8/20 \text{ ppm}$  متعلق به هیدروژن های (f و e و g) حلقه فنیل و پیک یک تایی در ناحیه ی  $8/33 \text{ ppm}$  متعلق به هیدروژن ایمنی (b) و دو پیک خیلی پهن در نواحی  $14/19 \text{ ppm}$  و  $17/26 \text{ ppm}$  به هیدروژن OH متصل به حلقه فنیل (a) مربوط است. [23]. شکافته شدن پیک مربوط به این پروتون به دو پیک خیلی پهن به فرایند تاتومری در لیگاند و برهم کنش خیلی قوی بین نیتروژن ایمنی و پروتون فنلی نسبت داده می شود [23].



شماى ۱. مراحل سنتز پلیمر کئوردیناسیونی یک بعدی  $[\text{CuL}(\text{OAc})]_n$ .

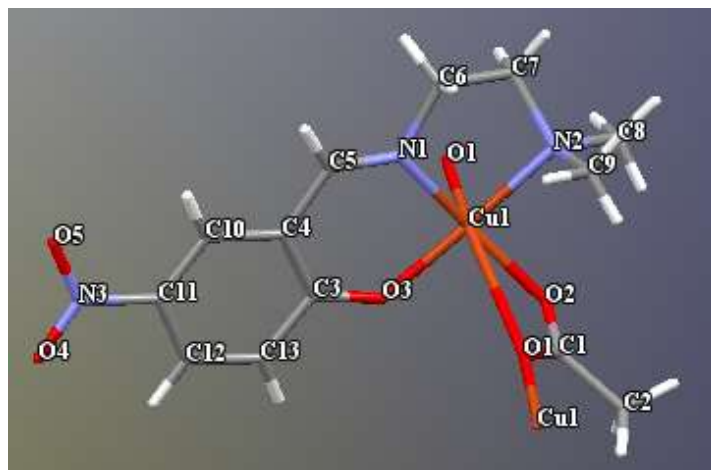


شکل ۱. طیف  $^1\text{H-NMR}$  لیگاند (HL) در حلال  $\text{CDCl}_3$

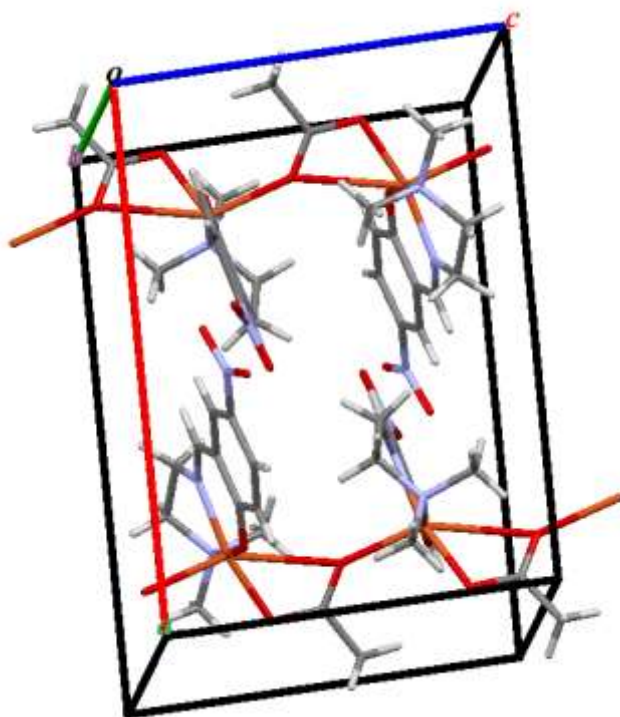
۳-۲- آنالیز پراش پرتو ایکس پلیمر کئوردیناسیونی یک بعدی  $[\text{CuL}(\text{OAc})]_n$ 

شکل ۲ ساختار مولکولی پلیمر کئوردیناسیونی یک بعدی  $[\text{CuL}(\text{OAc})]_n$  را نشان می دهد. این کمپلکس در سیستم بلوری مونو کلینیک و با چهار ملکول مونومر در سلول واحد با ابعاد  $a = 13.730(3) \text{ \AA}$  ،  $b = 12.029(2) \text{ \AA}$  ،  $c = 9.7240(19) \text{ \AA}$  و حجم سلول واحد  $1602/6(5) \text{ \AA}^3$  متبلور شده است.

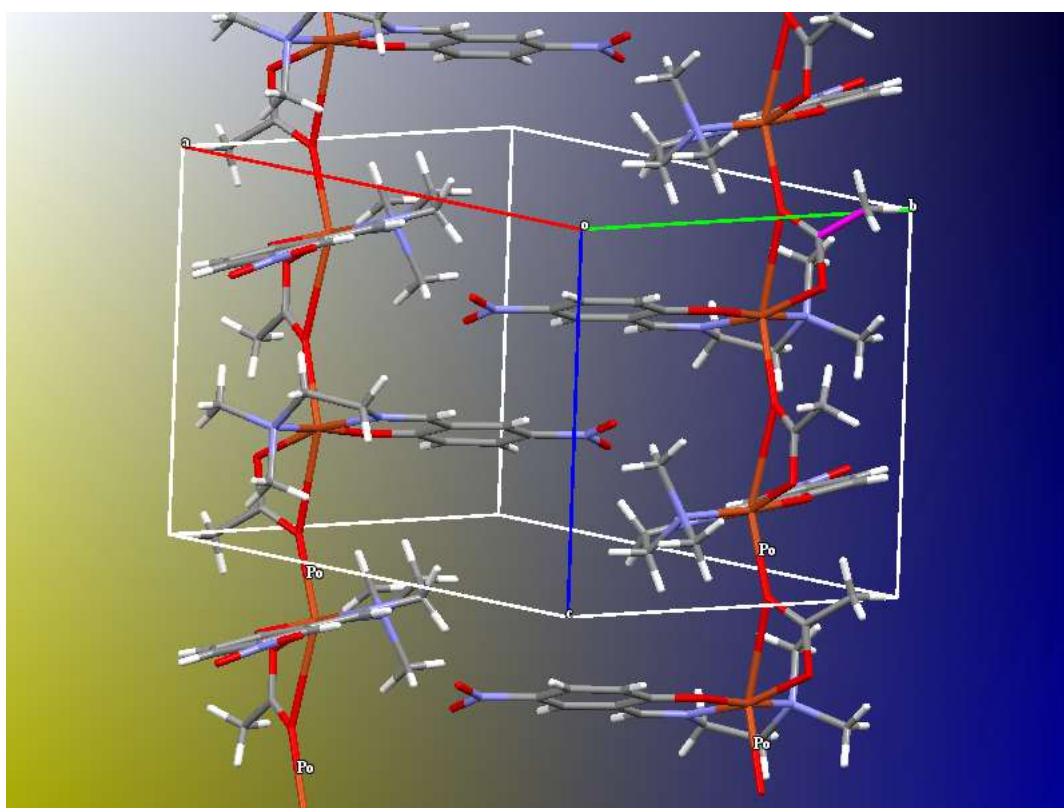
کمپلکس باز شیف مس  $[\text{CuL}(\text{OAc})]_n$  گروه فضایی  $P2_1/c$  را داشته و ساختار کریستالی این کمپلکس نشان می دهد که مرکز مس (II) هندسه هشت وجهی انحراف یافته را داراست. در این کمپلکس لیگاند باز شیف از طریق یک اتم نیتروژن آمینی، یک اتم نیتروژن ایمینی و یک اتم اکسیژن فنولات به مرکز مس (II) متصل شده است و لیگاند استات از طریق هر دو اتم اکسیژن به مرکز مس (II) اتصال یافته و علاوه بر آن یکی از اتم های اکسیژن لیگاند استات بصورت پل به مرکز مس (II) از کمپلکس مجاور اتصال یافته است و پلیمر کئوردیناسیونی یک بعدی را تشکیل داده است.



شکل ۲. ساختار مولکولی کمپلکس مس  $[\text{CuL}(\text{OAc})]_n$ .



شکل ۳- نمودار انباشتگی کمپلکس  $[CuL(OAc)]_n$  در سلول واحد.



شکل ۴- شمایی از پلیمر کئوردیناسیونی یک بعدی کمپلکس مس  $[CuL(OAc)]_n$  که در آن  $a$ ،  $b$  و  $c$  بیانگر ابعاد سلول واحد و  $Po$  بیانگر زنجیره پلیمری است.



در جدول ۱ کمیت‌های بلورنگاری پلیمر یک بعدی و در جدول ۲ برخی از کمیت‌های مربوط به طول و زوایای پیوندی این پلیمر آورده شده است. با توجه به متفاوت بودن اندازه طول پیوند ها و زوایای اطراف اتم یون فلزی، می توان دریافت که کمپلکس تقارن هشت وجهی انحراف یافته دارد.

جدول ۱. کمیت‌های بلورنگاری مربوط به کمپلکس مس  $[\text{CuL}(\text{OAc})]_n$

Chemical formula	$\text{C}_{13}\text{H}_{17}\text{CuN}_3\text{O}_5$
$M_r$	358.71
Crystal system, space group	Monoclinic, $P2_1/c$
Temperature (K)	298
$a, b, c$ (Å)	13.730 (3), 12.029 (2), 9.7240 (19)
$\beta$ (°)	93.73 (3)
$V$ (Å <sup>3</sup> )	1602.6 (5)
$Z$	4
Radiation type	Mo $K\alpha$
$\mu$ (mm <sup>-1</sup> )	1.39
Crystal size (mm)	$0.45 \times 0.10 \times 0.04$
No. of measured, independent and observed $[I > 2\sigma(I)]$ reflections	6538, 2802, 1102
$R_{\text{int}}$	0.081
$(\sin \theta/\lambda)_{\text{max}}$ (Å <sup>-1</sup> )	0.595
Refinement	
$R[F^2 > 2\sigma(F^2)], wR(F^2), S$	0.039, 0.056, 0.66
No. of reflections	2802
No. of parameters	202
No. of restraints	32
H-atom treatment	H-atom parameters constrained
$\Delta\rho_{\text{max}}, \Delta\rho_{\text{min}}$ (e Å <sup>-3</sup> )	0.25, -0.19

اخیرا چاتوپادهای و همکارانش از واکنش لیگاند HL با نمک  $\text{Cu}(\text{ClO}_4)_2$  در حلال متانول در شرایط تقطیر برگشتی پلیمری یک بعدی از کمپلکس دو هسته ای مس (II) را سنتز کرده اند که در آن استخلاف نیترو لیگاند HL به مرکز فلزی متصل شده و باعث تشکیل پلیمری از کمپلکس دو هسته ای شده است [۲۴]. در این کمپلکس دو هسته ای یک گروه هیدروکسو بین دو مرکز فلزی پل شده است و یکی از مراکز کئوردیناسیونی مس (II) آرایش هشت وجهی انحراف یافته و دیگری آرایش مسطح مربع انحراف یافته را داراست. آنها همچنین از واکنش لیگاند مشابه لیگاند HL که در آن، گروه دی متیل آمین با گروههای اتیل و هیدروژن جایگزین شده است، در حضور آنیونهای و حلالهای مختلف کمپلکسهای چند هسته ای و پلیمری را گزارش کرده اند [۲۵، ۲۶]. در این کمپلکس ها هندسه اتم های کئوردینه شده به یون مرکزی مس (II)، مسطح مربع انحراف یافته، گزارش شده است. بعلاوه آنها با جایگزینی گروه اتیلن با گروه پروپیلن و استفاده از سالیسیل آلدهید با گروههای استخلافی مختلف کمپلکسهای چند هسته ای و پلیمری را گزارش کرده اند [۲۷، ۲۸]. بنابراین واکنش مس (II) با لیگاند های سه دندانه ای به نوع حلال و شرایط واکنش و مواد سازنده شیف باز سه دندانه ای (آمین و آلدهید) بستگی شدیدی دارد بطوریکه با تغییر حلال و در حضور و یا عدم حضور لیگاندهای آنیونی نظیر  $\text{OAc}^-$ ,  $\text{CN}^-$ ,  $\text{NCS}^-$ ,  $\text{N}_3^-$  و تغییر استخلافهای روی

سالیسیل آلدهید و آمین، محصولات متفاوتی از کمپلکسهای تک هسته ای، چند هسته ای و پلیمری با هندسه کئوردیناسیونی متفاوت تشکیل می شود.

جدول ۲. برخی از کمیت‌های مربوط به طول و زوایای پیوندی در پلیمر کئوردیناسیونی یک بعدی  $[CuL(OAc)]_n$

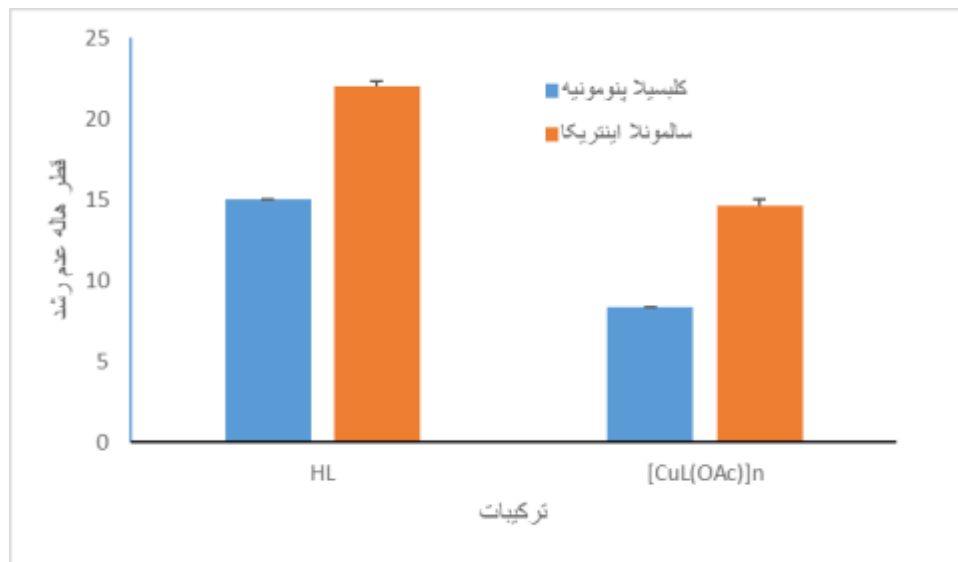
طول پیوند	d (Å)	زاویه پیوند	$\alpha$ (°)
Cu1-O1	2.782(3)	O1-Cu1-O2	52.07(11)
Cu1-O2	1.960(3)	O1-Cu1-O3	80.23(17)
Cu1-O3	1.944(4)	O1-Cu1-N1	115.35(13)
Cu1-N1	1.964(4)	O1-Cu1-N2	97.53(19)
Cu1-N2	2.074(5)	O1-Cu1-O1b	150.97(10)
Cu1-O1-b	2.238(3)	O2-Cu1-O3	92.31(16)
O1-C1	1.211(6)	O2-Cu1-N1	165.82(16)
O2-C1	1.285(6)	O2-Cu1-N2	91.31(19)
O3-C3	1.283(7)	O1b-Cu1-O2	100.43(12)
		O3-Cu1-N1	91.5(2)
		O3-Cu1-N2	173.2(2)
		O1b-Cu1-O3	93.5(2)
		N1-Cu1-N2	83.6(2)
		O1b-Cu1-N1	92.97(14)
		O1b-Cu1-N2	91.6(2)

### ۳-۳- بررسی فعالیت آنتی باکتریال لیگاند و کمپلکس پلیمری

نمودار شکل ۵ نتایج اثر هر یک از ترکیبات لیگاند HL و پلیمر  $[CuL(OAc)]_n$  را بر روی باکتریهای های کلبسیلا پنومونیه (*Klebsiella pneumoniae*) و سالمونلا اینتریکا (*Salmonella enterica*) نشان می دهد. این نتایج بیانگر این است که هر دو ماده اثر ضد باکتریایی دارند. در کلبسیلا پنومونیه (*Klebsiella pneumoniae*) قطر هاله عدم رشد برای لیگاند HL، ۱۵ میلیمتر و برای کمپلکس پلیمری  $[CuL(OAc)]_n$ ، ۸/۳ میلیمتر می باشد. در سالمونلا اینتریکا (*Salmonella enterica*) قطر هاله عدم رشد برای لیگاند HL، ۲۲ میلیمتر و برای کمپلکس پلیمری  $[CuL(OAc)]_n$ ، ۱۴ میلیمتر می باشد. می توان نتیجه گرفت که قدرت ضد باکتری لیگاند HL برای هر دوی کلبسیلا پنومونیه و سالمونلا اینتریکا بیشتر از کمپلکس پلیمری  $[CuL(OAc)]_n$  است و کمپلکس پلیمری بر روی کلبسیلا پنومونیه اثر ضد باکتریایی چندانی ندارد و همچنین اثر ضد باکتریایی لیگاند HL بر روی سالمونلا اینتریکا بیشتر از کلبسیلا پنومونیه می باشد.

خاصیت ضدباکتریایی لیگاند (HL) در مقایسه با لیگاند باز شیف الحاق شده به چیتوسان [۲۹] بیشتر است اما از لیگاندهای باز شیف تشکیل شده از مشتقات سالیسیل آلدهید و آمینهای آروماتیک کمتر است [۳۰]. همچنین کمپلکس پلیمری  $[CuL(OAc)]_n$  در مقایسه با پلیمر کئوردیناسیونی ID (یک بعدی) مس (II) با لیگاند باز شیف سه دندانه ای  $N_2O$  مشابه، یعنی [۲-((۳-متیل آمینو) پروپیل ایمینو) متیل)-۴-برموفنول] فعالیت آنتی باکتریایی کمتری را نشان می دهد [۳۱] ولی از پلیمر کئوردیناسیونی ID (یک بعدی) مس (II) با لیگاند باز شیف سه دندانه ای  $(N_3)$  با نام پی پیریدین -۲-ایل- $N(1)$

(پیریدین ۲-۲-یل) اتیلین (متان آمین [۳۲] فعالیت بیشتری را نشان می دهد. این تفاوت در فعالیت لیگاند و پلیمر کئوردیناسیونی و نیز با موارد گزارش شده در منابع علمی به تفاوت در چربی دوستی آنها و در نتیجه به تفاوت در میزان برهم کنش آنها با دیواره سلولی باکتری مربوط می شود.



شکل ۵. نتایج آزمون قطر هاله عدم رشد و خاصیت ضد باکتریایی لیگاند باز شیف (HL) و پلیمر کئوردیناسیونی [CuL(OAc)]n بر روی دو باکتری کلبسیلا پنومونیه و سالمونلا اینتریکا.

#### ۴- نتیجه گیری

از واکنش ۴- نیترو سالیسیل آلدهید و دی متیل اتیلن دی آمین، لیگاند باز شیف سه دندانده ای HL تهیه شد و از واکنش این لیگاند با نمک  $Cu(OAc)_2$  در حلال متانول تحت شرایط تقطیر برگشتی، پلیمر کئوردیناسیونی یک بعدی  $[CuL(OAc)]_n$  بدست آمد. در این کمپلکس پلیمری علاوه بر کئوردیناسیون لیگاند باز شیف سه دندانده ای (HL)، آنیون استات نیز به یون مس (II) کئوردینه می شود و در این کئوردیناسیون یکی از اتم های اکسیژن لیگاند استات، همزمان به دو یون مس (II) متصل می شود و باعث اتصال یونهای مس (II) دو کمپلکس مجاور و تشکیل پلیمر کئوردیناسیونی  $[CuL(OAc)]_n$  می شود. بررسی فعالیت آنتی باکتریایی لیگاند باز شیف HL و پلیمر کئوردیناسیونی  $[CuL(OAc)]_n$  در برابر باکتریهای کلبسیلا پنومونیه و سالمونلا اینتریکا، نشان داد که لیگاند HL فعالیت بالاتری را نسبت به پلیمر کئوردیناسیونی  $[CuL(OAc)]_n$  دارد.

## ۵- داده های بلورشناسی

داده های بلورشناسی با شماره CCDC 1986440 در تارنمای <http://www.ccdc.cam.ac.uk> ثبت شده است.

## ۶- تقدیر و تشکر

نویسندگان مقاله از حمایت مالی دانشگاه دامغان صمیمانه تشکر می نمایند.

## ۷-مراجع

- [1] M. T. Kaczmarek, M. Zabiszak, M. Nowak, R. Jastrzab, *Coord. Chem., Rev.* 370 (2018) 42.
- [2] X. Liu, J. R. Hamon, *Coord Chem. Rev.*, 389 (2019) 94.
- [3] L. Zhang, P. Yan, Y. Li, X. He, Z. Tan, *Indust. Crop. Prod.*, 145 (2020) 112.
- [4] E. B. Poormohammadi, M. Behzad, S. D. Alipour Astaneh, *J. Mol. Struct.*, 1205(2020) in Press(127603).
- [5] U. Mandal, S. Mandal, B. Chakraborty, C. Rizzoli, D. Bandyopadhyay, *Polyhedron* 177 (2020) In Press(114320).
- [6] E. Ghasmei Gorji, N. Monadi, M. Mohseni, *J. Appl. Chem.*, 11 (2017) 119.
- [7] M. Rezaei Valla, M. Bayat, H. Kypoor, *J. Appl. Chem.*, 46 (1397) 353.
- [8] H. Kargar, A. Adaby Ardakani, N. Feyzee, *J. Appl. Chem.*, 51 (1398) 9.
- [9] Y. Xu, Y. Shi, F. Lei, L. Dai, *Carbohyd Polym.*, 230 (2020) In Press(115671).
- [10] N. Vamsikrishna, S. Daravath, N. Ganji, N. Pasha, S. Shivaraj, *Inorg. Chem. Commun.*, 113 (2020) In Press(107767).
- [11] S. Shokrollahi, A. Amiri, F. Fadaei-Tirani, K. Schenk-Joß, *J. Mol. Liq.*, 300 (2020) in Press(112262).
- [12] D. Liu, L. Shi, S. H. Gao, Y. H. Wu, C. H. Zhou, *Chem. Phys. Lett.*, 738 (2020) In Press(136894).
- [13] J. Qiu, S. Jiang, B. Lin, H. Guo, F. Yang, *Dye.Pig.*, 170( 2019) 107590.
- [14] H. Zhou, C. Chen, Y. Liu, X. Shen, *Inorg. Chim. Acta.*, 4371 (2015) 188.
- [15] L. W. Léveillé, C. Aumaitre, J. F. Morin, N. Reynier, D. Larivière, *Sep. Pur. Technol.*, 2281 (2019) 115709.
- [16] J. L. Sessler, P. J. Melfi, E. Tomat, W. Callaway, B. Donnio, *J. Alloy.Comp.*, 418 (2006) 171.
- [17] B. Yuan, F. Wang, J. Tao, M. Li, X. Yang, *Inorg. Chim. Acta.*, 490 ( 2019) 24.
- [18] A. Messai, D. Bilge, M. Bilge, C. Parlak, *J. Mol. Struct.*, 1137 ( 2017) 349.
- [19] O. Stetsiuk, S. R. Petrusenko, A. El-Ghayoury, V. N. Kokozay, N. Avarvari, *Inorg. Chim. Acta.*, 475 ( 2018) 172.
- [20] G. Qi Jiang, S. J. Li, Y. Q. Zhang, Q. J. Zhang, *Inorg. Chem. Commun* 40 ( 2014) 172.
- [21] D.i Sadhukhan, A. Ray, R. J. Butcher, C. J. Gómez García, S. Mitra, *Inorg. Chim. Acta.*, 376( 2011) 245.

- [22] P. Kumar Bhaumik, K. Harms, S. Chattopadhyay, *Polyhedron* 67(2014) 181.
- [23] A. Kanaani, D. Ajloo, G. Grivani, A. Ghavami, M. Vakili, *J. Mol. Struct.*, 1112 (2016) 87.
- [24] P. K. Bhaumik, S. Chattopadhyay, *Inorg. Chem. Commun.*, 22 (2012) 14–17.
- [25] P. K. Bhaumik, K. Harms, S. Chattopadhyay, *Inorg Chim Acta.*, 405 (2013) 400.
- [26] A. Bhattacharyya, B. N. Ghosh, K. R., S. Chattopadhyay, *Polyhedron* 117 (2016) 138.
- [27] S. Roy, T. Dutta, M.G.B. Drew, S. Chattopadhyay *Polyhedron* 178 (2020) In Press( 11431).
- [28] P. Bhowmik, L. K. Das, S. Chattopadhyay, A. Ghosh, *Inorg Chim Acta.*, 430 (2015) 24.
- [29] A. Naz, S. Arun, S. Suhail Narvi, M. Siraj Alam, A. S. Prabha Bhartiya, P.K. Dutta, *Inter. J. Biol. Macromol.*, 110 ( 2018) 215.
- [30] C. M. da Silva, D. L. da Silva, L. V. Modolo, R. B. Alves, M. A. de Resende, C. V.B. Martins, A. Fa´tima., *J. Adv. Res.*, 2 (2011) 1.
- [31] M. Jayendran, P.M. Sabura Begum, M.R. Prathapachandra Kurup, *J. Mol. Struct.*, 1206( 2020) In Press (127682).
- [32] K. Jana, S. Das, H. Puschmann, S. Chandra Debnath, A. Shukla, A. K. Mahanta, M. Hossain, T. Maity, B. C. Samanta, *Inorg. Chim. Acta.*, 487 (2019) 128.

